

本章学习要求：

- 了解独立基础的制作流程
- 掌握筏板基础的制作流程
- 掌握钢筋混凝土预制桩的构造与施工方式
- 掌握钢筋混凝土灌注桩的施工方式

3.1 独立基础

当建筑物上部结构采用框架结构或单层排架结构承重时，基础常采用圆柱形和多边形等形式的独立式基础，这类基础称为独立式基础，也称单独基础。独立基础分为阶梯形基础、杯口基础和锥形基础，如图 3-1 所示。

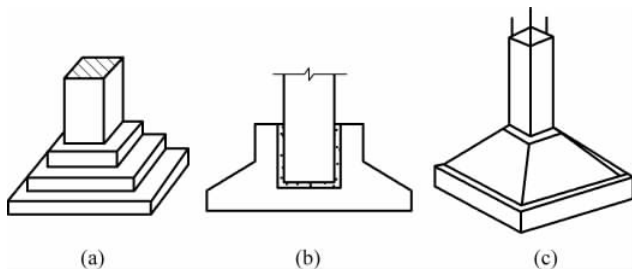


图 3-1 独立基础形式

(a) 阶梯形基础；(b) 杯口基础；(c) 锥形基础

3.1.1 钢筋绑扎

垫层浇灌完成，混凝土强度达到 1.2MPa 后，表面弹线进行钢筋绑扎，钢筋绑扎不允许漏扣，柱插筋弯钩部分必须与底板筋成 45° 绑扎，连接点处必须全部绑扎，距底板 50mm 处绑扎第一个箍筋，距基础顶

知识扩展：

《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)

8.2.1 扩展基础的构造，应符合下列规定：

1 锥形基础的边缘高度不宜小于 200mm，且两个方向的坡度不宜大于 1:3；阶梯形基础的每阶高度，宜为 300~500mm。

2 垫层的厚度不宜小于 70mm，垫层混凝土强度等级不宜低于 C10。

3 扩展基础受力钢筋最小配筋率不应小于 0.15%，底板受力钢筋的最小直径不应小于 10mm，间距不应大于 200mm，也不应小于 100mm。墙下钢筋混凝土条形基础纵向分布钢筋的直径不应小于 8mm；间距不应大于 300mm；每延米分布钢筋的面积不应小于受力钢筋面积的 15%。当有垫层时钢筋保护层的厚度不应小于 40mm；无垫层时不应小于 70mm。

知识扩展:

《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)

4 混凝土强度等级不应低于 C20。

5 当柱下钢筋混凝土独立基础的边长和墙下钢筋混凝土条形基础的宽度大于或等于 2.5m 时,底板受力钢筋的长度可取边长或宽度的 0.9 倍,并宜交错布置。

6 钢筋混凝土条形基础底板在 T 形及十字形交接处,底板横向受力钢筋仅沿一个主要受力方向通长布置,另一方向的横向受力钢筋可布置到主要受力方向底板宽度 1/4 处。在拐角处底板横向受力钢筋应沿两个方向布置。

50mm 处绑扎最后一道箍筋,作为标高控制筋及定位筋,柱插筋最上部再绑扎一道定位筋,上、下箍筋及定位箍筋绑扎完成后,将柱插筋调整到位,并用“井”字木架临时固定,然后绑扎剩余箍筋,保证柱插筋不变形走样,两道定位筋在基础混凝土浇筑完后,必须进行更换,如图 3-2 所示。

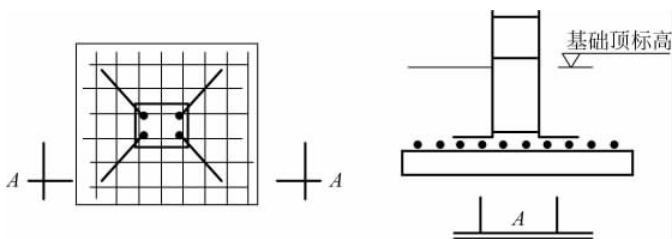


图 3-2 独立柱基钢筋绑扎示意

钢筋绑扎好后,应在底面及侧面搁置保护层塑料垫块,厚度为设计保护层厚度,垫块间距不得大于 1000mm(视设计钢筋直径确定),以防出现露筋的质量通病。

注意对钢筋的成品保护,不得任意碰撞钢筋,造成钢筋移位。

3.1.2 模板安装

钢筋绑扎及相关专业施工完成后,应立即进行模板安装,模板采用夹板模板或小钢模,利用钢管或木方加固,如图 3-3 和图 3-4 所示。锥形基础坡度 $< 30^\circ$ 时,利用钢丝网(间距 30cm)防止混凝土下坠,上口设“井”字木控制钢筋位置;坡度 $\geq 30^\circ$ 时,采用斜模板支护,利用螺栓与底板钢筋拉紧,防止上浮,模板上部设透气及振捣孔,如图 3-5 所示。不得用重物冲击模板,不准在吊帮的模板上搭设脚手架,保证模板的牢固和严密。

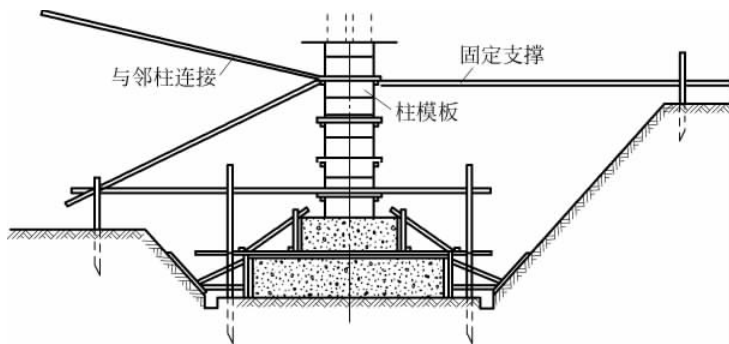


图 3-3 阶梯形基础模板(一)

二维码链接:



3-1 独立基础施工
工艺流程



图 3-4 阶梯形基础模板(二)

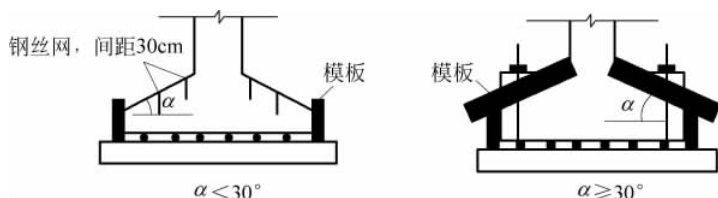


图 3-5 锥形基础模板

3.1.3 混凝土浇筑

混凝土应分层连续进行浇筑,间歇时间不超过混凝土初凝时间,一般不超过 2h,为保证钢筋位置正确,先浇一层 50~100mm 厚混凝土固定钢筋。台阶型基础每一台阶高度整体浇捣,每浇完一台阶停顿 0.5h 待其下沉,再浇上一层。分层下料,每层厚度为振动棒的有效振动长度。防止由于下料过厚,振捣不实或漏振,侧模的根部砂浆涌出等原因造成蜂窝、麻面或孔洞。

3.1.4 养护

已浇筑完的混凝土,应在 12h 左右覆盖和浇水。一般常温养护不得少于 7d,特种混凝土养护不得少于 14d。养护设专人检查落实,防止由于养护不及时,而使混凝土表面产生裂缝。

3.2 筏板基础

当建筑物上部荷载较大而地基承载能力又比较弱时,用简单的独立基础或条形基础已不能适应地基变形的需要,这时常将墙或柱下基础连成一片,使整个建筑物的荷载承受在一块整板上,这种满堂式的板

知识扩展:

《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)
8.2.7 扩展基础的计算应符合下列规定:

1 对柱下独立基础,当冲切破坏锥体落在基础底面以内时,应验算柱与基础交接处以及基础变阶处的受冲切承载力;

2 对基础底面短边尺寸小于或等于柱宽加 2 倍基础有效高度的柱下独立基础,以及墙下条形基础,应验算柱(墙)与基础交接处的基础受剪切承载力;

3 基础底板的配筋,应按抗弯计算确定;

4 当基础的混凝土强度等级小于柱的混凝土强度等级时,尚应验算柱下基础顶面的局部受压承载力。

知识扩展:

《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)

8.4 高层建筑筏形基础

8.4.1 筏形基础分为梁板式和平板式两种类型,

其选型应根据地基土质、上部结构体系、柱距、荷载大小、使用要求以及施工条件等因素确定。框架-核心筒结构和筒中筒结构宜采用平板式筏形基础。

8.4.2 略。

8.4.3 对四周与土层紧密接触带地下室外墙的整体式筏基和箱基,当地基持力层为非密实的土和岩石。场地类别为Ⅲ类和Ⅳ类,抗震设防烈度为8度和9度,结构基本自振周期处于特征周期的1.2~5倍范围时,按刚性地基假定计算的基底水平地震剪力、倾覆力矩可按设防烈度分别乘以0.90和0.85的折减系数。

式基础称筏板基础,又称筏形基础。

筏形基础分为平板式和梁板式两种类型,如图3-6所示,其选型应根据地基土质、上部结构体系、柱距、荷载大小、使用要求以及施工条件等因素确定。与梁板式筏基相比,平板式筏基具有抗冲切及抗剪切能力强的特点,且构造简单,施工便捷,经大量工程实践和部分工程事故分析,平板式筏基具有更好的适应性。

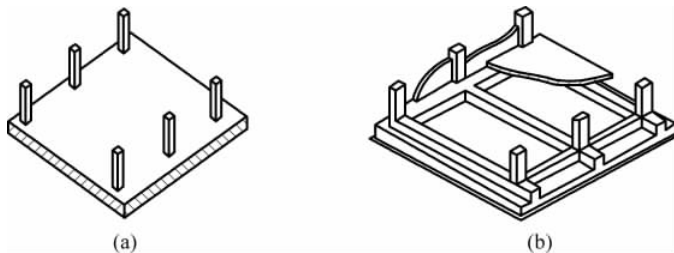


图3-6 筏板基础
(a) 平板式; (b) 梁板式

3.2.1 钢筋绑扎

1. 绑底板下层网片钢筋

根据在防水保护层弹好的钢筋位置线,先铺下层网片的长向钢筋,如图3-7所示。钢筋接头尽量采用焊接或机械连接,要求接头在同一截面相互错开50%,同一根钢筋在 $35d$ 或500mm的长度内不得有两个接头,如图3-8所示。

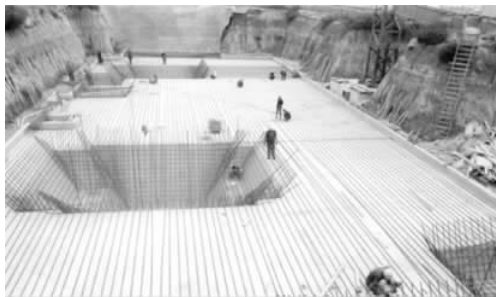


图3-7 铺下层长向钢筋

后铺下层网片上面的短向钢筋。钢筋接头尽量采用焊接或机械连接,要求接头在同一截面相互错开50%,同一根钢筋尽量减少接头。

应防止出现质量通病。由于底板钢筋施工要求较复杂,此处一定要注意钢筋绑扎接头和焊接接头按要求错开的问题。应根据图纸设计依次绑扎局部加强筋。

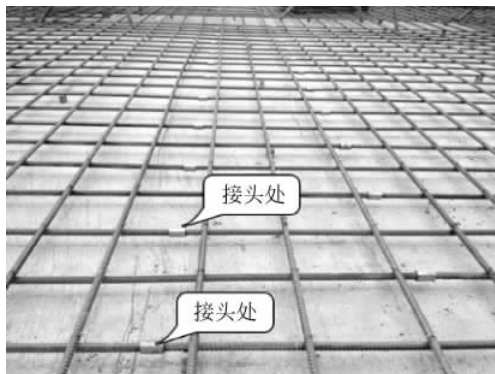


图 3-8 接头错开 50%

2. 绑扎地梁钢筋

在放平的梁下层水平主钢筋上,用粉笔画出箍筋间距。箍筋与主筋要垂直,箍筋转角与主筋交点均要绑扎,主筋与箍筋非转角部分的相交点成梅花交错绑扎。在箍筋的接头,即弯钩叠合处沿梁水平筋交错布置绑扎。

地梁在槽上预先绑扎好后,根据已划好的梁位置线用塔吊直接吊装到位,与底板钢筋绑扎牢固。

3. 绑扎底板上层网片钢筋

铺设上层铁马凳:马凳用剩余短料焊制成,如果上、下层间距较大,可用槽钢(或角钢、工字钢等型钢),如图 3-9 和图 3-10 所示,马凳短向放置,间距 1.2~1.5m。

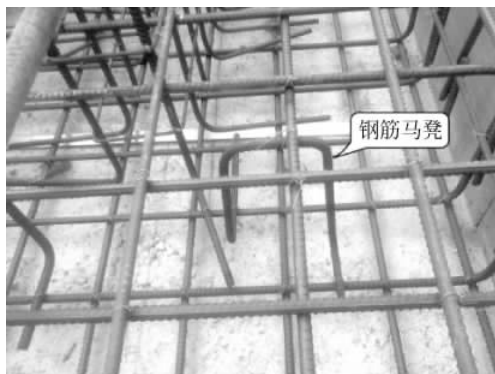


图 3-9 钢筋马凳

绑扎上层网片下铁:先在马凳上绑架立筋,在架立筋上划好钢筋位置线,按图纸要求,顺序放置上层网的下铁,钢筋接头尽量采用焊接或机械连接,要求接头在同一截面相互错开 50%,同一根钢筋尽量减少接头。

绑扎上层网片上铁:根据在上层下铁上划好的钢筋位置线,顺序放置上层钢筋,钢筋接头尽量采用焊接或机械连接,要求接头在同一截

知识扩展:

《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)
8.4.5 采用筏形基础的地下室,钢筋混凝土外墙厚度不应小于 250mm,内墙厚度不宜小于 200mm。墙的截面设计除满足承载力要求外,尚应考虑变形、抗裂及外墙防渗等要求。墙体内应设置双面钢筋,钢筋不宜采用光面圆钢筋,水平钢筋的直径不应小于 12mm,竖向钢筋的直径不应小于 10mm,间距不应大于 200mm。
8.4.6 平板式筏基的板厚应满足受冲切承载力的要求。
8.4.7~8.4.8 略。
8.4.9 平板式筏基应验算距内筒和柱边缘 h_0 处截面的受剪承载力,当筏板变厚度时,尚应验算变厚度处筏板的受剪承载力。



图 3-10 槽钢马凳

面相互错开 50%，同一根钢筋尽量减少接头。

绑扎暗柱和墙体插筋：根据放好的柱和墙体位置线，将暗柱和墙体插筋绑扎就位，并和底板钢筋点焊固定，要求接头均错开 50%，根据设计要求执行；设计无要求时，伸出底板面的长度不小于 $45d$ ，暗柱绑扎两道箍筋，墙体绑扎一道水平筋。

垫保护层：保护层厚度应符合设计要求。

成品保护：绑扎钢筋时，钢筋不能直接抵到外墙砖模上，并注意防水保护。钢筋绑扎前，导墙内侧防水必须甩浆做保护层，导墙上部的防水浮铺油毡加盖红机砖保护，以免防水卷材在钢筋施工时被破坏。

知识扩展：

《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)

8.4.11 梁板式筏基底板应计算正截面受弯承载力，其厚度尚应满足受冲切承载力、受剪切承载力的要求。

8.4.12~8.4.13 略。

8.4.14 当地基土比较均匀、地层压缩层范围内无软弱土层或可液化土层、上部结构刚度较好，柱网和荷载较均匀、相邻柱荷载及柱间距的变化不超过 20%，且梁板式筏基梁的高跨比或平板式筏基板的厚跨比不小于 $1/6$ 时，筏形基础可仅考虑局部弯曲作用。筏形基础的内力，可按基底反力直线分布进行计算，计算时基底反力应扣除底板自重及其上填土的自重。当不满足上述要求时，筏基内力可按弹性地基梁板方法进行分析计算。

3.2.2 模板安装

1. 240mm 砖胎模

砖胎模砌筑前，先在垫层面上将砌砖线放出，比基础底板外轮廓大 40mm，砌筑时要求拉直线，采用一顺一丁“三一”砌筑方法，转角处或接口处留出接槎口，墙体要求垂直。砖模内侧、墙顶面抹 15mm 厚的水泥砂浆并压光，同时阴阳角做成圆弧形。

底板外墙侧模采用 240mm 厚砖胎模，高度同底板厚度，砖胎模采用 MU7.5 砖，M5.0 水泥砂浆砌筑，内侧及顶面采用 1:2.5 水泥砂浆抹面，如图 3-11 和图 3-12 所示。



图 3-11 砖模(一)

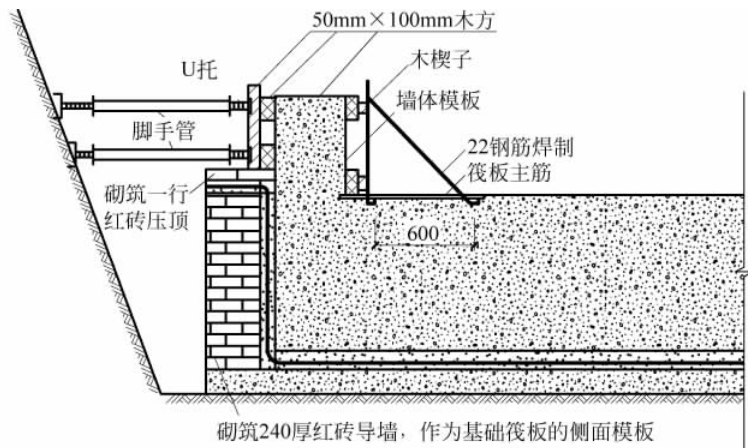


图 3-12 砖模(二)

考虑混凝土浇筑时侧压力较大,砖胎模外侧面必须采用木方及钢管进行支撑加固,支撑间距不大于1.5m。

2. 集水坑模板

根据集水坑设计尺寸,由15mm厚木夹板拼装成筒状,内衬两道木方(100mm×100mm),并钉成一个整体,配模的板面保证表面平整、尺寸准确、接缝严密。

模板组装好后进行编号。安装时用塔吊将模板初步就位,然后根据位置线加水平和斜向支撑进行加固,并调整模板位置,使模板的垂直度、刚度、截面尺寸符合要求。

3. 外墙高出底板300mm部分

墙体高出部分模板采用15mm厚木夹板事先拼装而成,外绑两道水平向木方(50mm×100mm)。

在防水保护层上弹好墙边线,在墙两边焊钢筋预埋竖向和斜向筋(用 $\phi 12$ 钢筋剩余短料),以便进行加固。

用小线拉外墙通长水平线,保证截面尺寸为297mm(300mm厚外墙),将配好的模板就位,然后用架子管和铅丝与预埋铁进行加固。安装钢板止水带。模板固定完毕后,拉通线检查板面是否顺直。

3.2.3 混凝土浇筑

1. 混凝土浇筑顺序

基础底板应一次性浇筑,间歇时间不能太长,不允许出现冷缝,混凝土应由一端向另一端采用踏步式分层浇筑,分层振捣密实,以使混凝土的水化热尽量散失。具体为从下到上分层浇筑,从底层开始浇筑,进行5m后回头来浇筑第二层,如此依次向前浇筑以上各层,上、下相邻两层浇筑时间不超过2h,为了控制浇筑高度,须在出灰口及其附近设

知识扩展:

《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)

8.4.15 按基底反力直线分布计算的梁板式筏基,其基础梁的内力可按连续梁分析,边跨跨中弯矩以及第一内支座的弯矩值宜乘以1.2的系数。梁板式筏基的底板和基础梁的配筋除满足计算要求外,纵横方向的底部钢筋尚应有不少于1/3贯通全跨,顶部钢筋按计算配筋全部连通,底板上下贯通钢筋的配筋率不应小于0.15%。

8.4.16 略。

8.4.17 对有抗震设防要求的结构,当地下一层结构顶板作为上部结构嵌固端时,嵌固端处的底层框架柱下端截面组合弯矩设计值应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)的规定乘以其抗震等级相对应的增大系数。当平板式筏形基础板作为上部结构的嵌固端、计算柱下板带截面组合弯矩设计值时,底层框架柱下端内力应考虑地震作用组合及相应的增大系数。

知识扩展:

《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)
8.4.18 梁板式筏基基础梁和平板式筏基的顶面应满足底层柱下局部受压承载力的要求。对抗震设防烈度为9度的高层建筑,验算柱下基础梁、筏板局部受压承载力时,应计入竖向地震作用对柱轴力的影响。

置尺杆,夜间施工时,尺杆附近要用手把灯进行照明。

2. 混凝土浇筑方法

每班安排一个作业班组,并配备3名振捣工人,根据混凝土泵送时自然形成的坡度,在每个浇筑带前、后、中部不停振捣,振捣手要求认真负责,仔细振捣,以保证混凝土振捣密实。防止上一层混凝土盖上后,下层混凝土仍未振捣,造成混凝土振捣不密实。振捣时,要快插慢拔,各层插入深度均为350mm,即上面两层均须插入其下面一层50mm。振捣点间距为450mm,梅花形布置,振捣时逐点移动,顺序进行,不得漏振。每一插点要掌握好振捣时间,一般为20~30s,过短不易振实,过长可能引起混凝土离析。以混凝土表面泛浆,不大量泛气泡,不再显著下沉,表面浮出灰浆为准,边角处要多加注意,防止漏振。振捣棒距离模板要小于其作用半径的1/2,约为150mm,并不宜靠近模板振捣,且要尽量避免碰撞钢筋、芯管、止水带、预埋件等。

3. 混凝土搓平方法

泵送混凝土时,注意不要将料斗内剩余混凝土降低到200mm以下,以免吸入空气。混凝土浇筑完毕,要进行多次搓平,保证混凝土表面不产生裂纹,具体方法是振捣完后先用长刮杠刮平,待表面收浆后,用木抹刀搓平表面,并覆盖塑料布以防表面出现裂缝,在终凝前掀开塑料布再进行搓平,要求搓压三遍,最后一遍抹压要掌握好时间,以终凝前为准,终凝时间可用手压法把握。混凝土搓平完毕后,立即用塑料布覆盖养护,浇水养护时间为14d。

3.2.4 拆模及养护

保护钢筋、模板的位置正确,不得直接踩踏钢筋和改动模板。当混凝土强度达到1.2MPa后,方可拆模及在混凝土上操作。在拆模时,不得碰坏施工缝止水带。

已浇筑完的混凝土,应在12h左右覆盖和浇水。一般常温养护不得少于7d,特种混凝土养护不得少于14d。养护设专人检查落实,防止由于养护不及时,造成混凝土表面裂缝。

3.3 钢筋混凝土预制桩施工**3.3.1 桩的预制、起吊、运输和堆放****1. 桩的预制**

钢筋混凝土预制桩是在预制构件厂或施工现场预制,用沉桩设备在设计位置上将其沉入土中。其特点是坚固耐久,不受地下水或潮湿

知识扩展:

《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)
8.5 桩基础
8.5.1 本节包括混凝土预制桩和混凝土灌注桩低桩承台基础。竖向受压桩按桩身竖向受力情况可分为摩擦型桩和端承型桩。摩擦型桩的桩顶竖向荷载主要由桩侧阻力承受;端承型桩的桩顶竖向荷载主要由桩端阻力承受。

环境影响,能承受较大荷载,施工机械化程度高、进度快,能适应不同土层施工。钢筋混凝土预制桩有实心桩和管桩两种。

实心桩一般为正方形截面,截面尺寸为 200~500mm,单根桩的最大长度,根据打桩架的高度确定,一般在 27m 以内,如需打设 30m 以上的桩,则将桩预制成几段,在打桩过程中逐段接长。如在工厂制作,每段长度不宜超过 12m。

管桩是预应力混凝土管桩,它是一种细长的空心等截面预制混凝土构件,是在工厂经先张预应力、离心成型、高压蒸汽养护等工艺生产而成。管桩按桩身混凝土强度等级的不同分为 PC 桩(C60、C70)和 PHC 桩(C80);按桩身抗裂弯矩的大小分为 A 型、AB 型和 B 型;外径有 300mm、400mm、500mm、550mm、600mm,壁厚 65~125mm,常用节长为 7~12m,特殊节长为 4~5m。

桩的预制场地应平整夯实,并做好排水设施,以避免雨后场地浸水而沉陷。预制桩的混凝土应由桩顶向桩尖连续浇筑,严禁中断。

现场预制桩多采用重叠法施工,重叠的层数应根据地面承载力和施工要求来确定,一般不超过 4 层。相邻两层桩之间要做好隔离层,以免起吊时互相粘结。上层桩或邻桩的混凝土浇筑,应在下层或邻桩的混凝土强度达到设计强度的 30% 以上时才可进行。预制完成后,应洒水养护不少于 7d,并在每根桩上标明编号和制作日期;如不埋设吊钩,应标明绑扎点位置。

桩的表面应平整、密实,掉角的深度不应超过 10mm,且局部蜂窝和掉角的缺损总面积不得超过桩总表面积的 0.5%,并不得过分集中。

混凝土收缩产生的裂缝深度不得大于 20mm,宽度不得大于 0.25mm,横向裂缝长度不得超过边长的 50%(圆桩和多边形桩不得超过直径和对角线的 1/2)。

桩顶和桩尖处不得有过分集中的蜂窝、麻面、裂缝和掉角。

几何尺寸允许偏差如下:横截面边长 ± 5 mm;桩顶对角线 ± 10 mm;保护层厚度 ± 5 mm;桩尖对中心线位移 ± 10 mm;桩身弯曲矢高不大于 0.1%桩长,且不大于 20mm;桩顶平面对桩中心线的倾斜 ≤ 30 mm。

2. 桩的起吊、运输和堆放

1) 桩的起吊

预制桩混凝土的强度达到设计强度等级的 70% 以上才可以起吊。如需要提前起吊,则必须做强度和抗裂度验算。起吊时,吊点位置必须严格按设计位置绑扎,如无吊环,应按如图 3-13 所示的位置起吊。在吊索与桩间应加衬垫,起吊应平稳提升,采取措施保护桩身质量,防止撞击和受振动。

知识扩展:

《建筑桩基技术规范》(JGJ 94—2008)

7.1 混凝土预制桩的制作

7.1.1 混凝土预制桩可在施工现场预制,预制场地必须平整、坚实。

7.1.2 制桩模板宜采用钢模板,模板应具有足够刚度,并应平整,尺寸应准确。

7.1.3 钢筋骨架的主筋连接宜采用对焊和电弧焊,当钢筋直径不小于 20mm 时,宜采用机械接头连接。主筋接头配置在同一截面内的数量,应符合下列规定:

1 当采用对焊或电弧焊时,对于受拉钢筋,不得超过 50%;

2 相邻两根主筋接头截面的距离应大于 $35d_g$ (d_g 为主筋直径),并不应小于 500mm;

3 必须符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》(JGJ 18—2012)和《钢筋机械连接通用技术规程》(JGJ 107—2003)的规定。

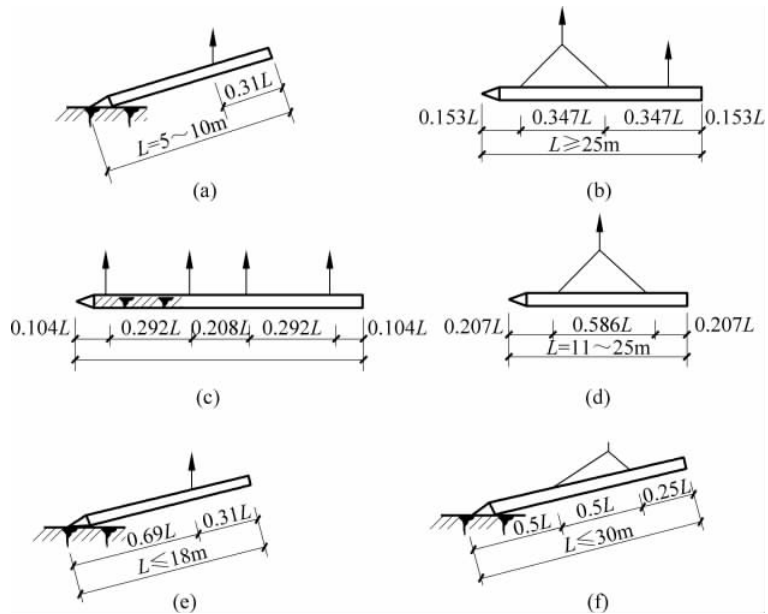


图 3-13 吊点位置

(a) 一点吊法；(b) 三点吊法；(c) 四点吊法；(d) 十点吊法；
(e) 预应力管桩一点吊法；(f) 预应力管桩二点吊法

知识扩展：

《建筑桩基技术规范》(JGJ 94—2008)

7.3 混凝土预制桩的接桩

7.3.1 桩的连接可采用焊接、法兰连接或机械快速连接(螺纹式、啮合式)。

7.3.2 接桩材料应符合下列规定：

1 焊接接桩：钢板宜采用低碳钢，焊条宜采用 E43；并应符合现行行业标准《钢结构焊接规范》(GB 50661—2011)要求。

2 法兰接桩：钢板和螺栓宜采用低碳钢。

2) 桩的运输

预制桩混凝土的强度达到设计强度等级的 100% 才能运输和打桩。一般应根据打桩顺序随打随运，以避免二次搬运。当运距不大时，可在桩下面垫以木板，木板下设滚筒，用卷扬机拖运。当运距较长时，可用平板拖车或轻轨平板车运输。桩下宜设活动支座，运输时应做到平稳并不得损坏，经过搬运的桩要进行质量检查。

3) 桩的堆放

桩的堆放场地应平整夯实，设有排水设施。每根桩下都用垫木架空，垫木间距应与吊点位置相同。各层垫木应在同一垂直线上，最下层垫木应适当加宽。堆放一般不宜超过 4 层，而且不同规格的桩应分别堆放，以免搞错。

3.3.2 打桩前的准备工作

桩基础施工前，应根据工程规模的大小和复杂程度来编制整个分部工程施工组织设计或施工方案。在沉桩前，现场准备工作的内容有处理障碍物、平整场地、抄平放线、铺设水电管网、沉桩机械设备的进场和安装，以及桩的供应等。

1. 处理障碍物

打桩前，宜向城市管理、供水、供电、煤气、电信、房管等有关单位提